

Datennetze im COMECON

FRANK DITTMANN

f.dittmann@deutsches-museum.de

Die Datenübertragungstechnik ist in einer Zeit der globalen Vernetzung zweifellos eine wesentliche Basistechnologie. Historische Arbeiten hierzu sind jedoch ein Forschungsdesiderat. Der Beitrag versucht eine erste Annäherung an das komplexe Feld mit Schwerpunkt auf den ehemaligen RGW-Staaten.

1 Einführung

Das Internet ist heute gleichsam ein Synonym für weltweite Vernetzung und Globalisierung. Wichtige Voraussetzung für das globale Informationsnetz war aber nicht nur die Entwicklung schneller und vor allem preiswerter Computerhardware sowie die Bereitstellung von nutzerfreundlicher Software, sondern auch die Beherrschung der Datenübertragung über das öffentliche Telefonnetz. Dieser Aspekt wurde bisher in historischen Studien wenig beachtet, was möglicherweise auch daran liegt, dass die Datenübertragungstechnik eine Stellung zwischen Telekommunikation und Computertechnik einnimmt. In besonderer Weise trifft dieses Desiderat auf die Aktivitäten in den früheren COMECON-Staaten zu. Der COMECON (Council for Mutual Economic Assistance of the Warsaw Pact Nations, deutsch RGW = Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe) wurde 1949 von Albanien, Bulgarien, der ČSSR, Polen, Rumänien, der UdSSR und Ungarn als Gegenstück zur OECD gegründet. Später traten die DDR, Kuba, die Mongolei und Vietnam bei. Die Organisation wurde 1991 aufgelöst.

Bei der Betrachtung der Geschichte der Datenübertragungstechnik zeigt sich, dass über die Entwicklungsschritte im Westen mehr bekannt ist als über jene im Osten. Deshalb wird an Hand wichtiger Marksteine in den USA und in Westeuropa eine Periodisierung vorgeschlagen, die dann als Hintergrundfolie für die Untersuchung der Aktivitäten im RGW dient. Dies ist möglich, da trotz des Kalten Kriegs der Informationsaustausch über die Aktivitäten der jeweils anderen Seite nie zum Erliegen kam. So wurden Fachzeitschriften studiert, internationale Konferenzen ermöglichten das direkte Gespräch der Fachvertreter von dies- und jenseits des Eisernen Vorhangs und die Mitarbeit in internationalen Organisationen – im vorliegenden Fall im CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) – eröffnete einen tiefen Einblick in die Möglichkeiten, Probleme und Interessenlagen der verschiedenen Staaten (siehe [1]). Ergänzt wurde dieser Wissensaustausch durch Technologietransfer,

z. B. durch den Kauf von Datenverarbeitungsanlagen bzw. durch Lizenzverträge, die teilweise auch Mitarbeiterschulungen beinhalteten. Man kann zudem davon ausgehen, dass der legale Wissenstransfer stets durch Informationen aus Geheimdienstquellen ergänzt wurde. Dies gilt umso mehr, als sowohl die Computer- als auch die Datenübertragungstechnik im militärischen Sektor entwickelt wurde und stets eine strategische Bedeutung besaß. Über Umfang und Tragweite geheimer Informationen lässt sich derzeit wenig sagen. Klar scheint indes, dass die Entwicklung der Computertechnik einschließlich der Datenübertragungstechnologie in Ost oder West keine unterschiedlichen Wege einschlug, wie man auf Grund des Kalten Kriegs vermuten könnte. Ganz im Gegenteil, viele Hard- und Softwareprodukte im COMECON waren oft zumindest teilweise das Ergebnis eines Re-Ingenierungsprozesses westlicher Technologien. Somit ist es gerechtfertigt, die Entwicklung im Westen als Referenzfolie für die Untersuchung der Aktivitäten im RGW zu nutzen.

Betrachtet man die Entwicklung der Datenfernübertragungstechnik in den USA und in Westeuropa, kann man den Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende des Kalten Kriegs in drei Abschnitte einteilen:

1. 1950 bis Mitte der 1960er Jahre: überwiegend militärische Nutzung
2. Mitte der 1960er bis Ende der 1970er Jahre: Beginn der Entwicklung im zivilen Sektor
3. Ende der 1970er bis Ende der 1980er Jahre: Normung und breite Produktentwicklung

2 Grundzüge einer Entwicklung der Datenübertragungstechnik

2.1 Erste Phase von 1950 bis Mitte der 1960er Jahre

Im Westen war der Zeitraum zwischen 1950 und Mitte der 1960er Jahre geprägt von zentralisierten Datenfernübertragungen für militärische Zwecke. Bald gab es auch erste Versuche mit Buchungssystemen der zivilen Luftfahrt und Datenverbünden großer Banken. Das Grunddesign basierte auf dem SAGE-System, das zwischen 1950 und 1963 entwickelt und aufgebaut wurde [2]. SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) war ein computergestütztes Luftverteidigungssystem der USA für das Erfassen, Verfolgen und Abfangen von sowjetischen Langstreckenbombern und wurde von Ende der 1950er bis in die 1980er Jahre betrieben. Zugleich war SAGE ein entscheidendes Projekt in der Entwicklung der US-amerikanischen Computertechnik, in dem bedeutende Leistungen für Online- und interaktive Computersysteme, Real-time Computing und die Datenfernübertragung mit Modems erarbeitet wurden. Nicht zuletzt war SAGE ein wichtiger Faktor auf dem Weg zur dominierenden Stellung von IBM, denn von „Big Blue“ und dem Cambridge Research Laboratory

stammten die Computer für das System. 1961 entwickelte IBM das Konzept des *Teleprocessing*, um Daten zu sammeln und über weite Entfernungen direkt an die entsprechenden Computer zu übermitteln. Für die Datenfernübertragung über das Telefonnetz kamen Modems zum Einsatz, die von den Bell Labs stammten. Der Begriff *Modem* geht auf die Kombination der Funktionsbezeichnungen *Modulation* und *Demodulation* zurück. Auf der einen Seite der Fernübertragung übernahm das Modem die Amplitudenmodulation der Daten auf eine Trägerfrequenz und auf der anderen Seite deren Demodulation.

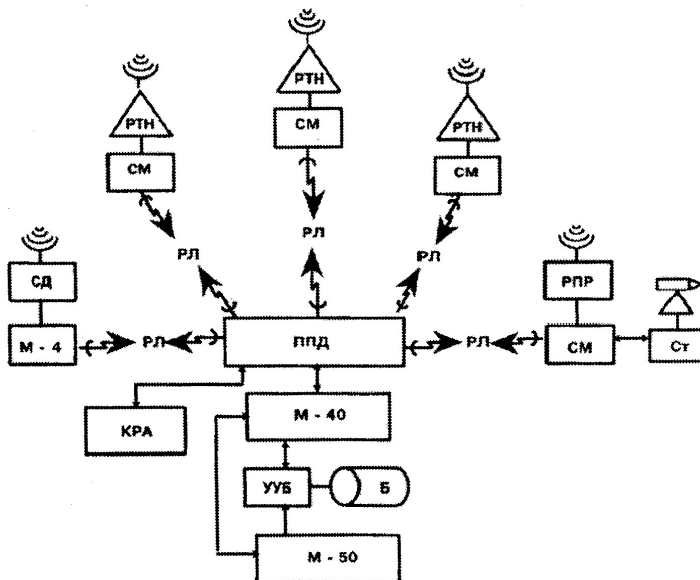


Abbildung 1: Datenfernübertragung beim sowjetischen Raketenabwehrsystem [3]

Über die Aktivitäten der UdSSR in diesem Zeitraum ist nur wenig bekannt. Sicher ist jedoch, dass 1953 am Moskauer Institut für Feinmechanik und Datenverarbeitung ein Projekt zur Entwicklung eines computergestützten Raketenabwehrsystems begann [3]. Dieses Institut und sein Direktor Sergei Aleksejewich Lebedev spielte in der Folgezeit eine wichtige Rolle in der Geschichte der sowjetischen Computertechnik [4, S. 177], [5]. 1956 fanden erste Versuche statt, bei denen Radar-Stationen ihre Informationen über etwa 100 bis 200 km per Datenfernübertragung an ein Rechenzentrum übermittelten (Abbildung 1). Dort selektierte ein Rechner die Daten und berechnete die Flugbahnen der Objekte. Ein zweiter Computer generierte daraus automatisch Steuersignale für die Abwehr-Raketen. Ende der 1950er Jahre wurde das experimentelle Ab-

wehrsysteem weiter verbessert. Die Gesamtlänge der Datenübertragungen erreichte nunmehr mehrere Hundert Kilometer. 1969 wurde das System durch ein modernes Luftabwehr-System ersetzt. Bald wurde die neue Übertragungstechnik auch zur Verbindung automatischer Empfangsstationen mit der Zentrale genutzt, um so rasch die von sowjetischen Raumschiffen bzw. Satelliten übermittelten Daten zur Zentrale zu transferieren [6, S. 16].

2.2 Zweite Phase von Mitte der 1960er bis Ende der 1970er Jahre

Der zweite Entwicklungszeitraum von Mitte der 1960er bis in die zweite Hälfte der 1970er Jahre war im Westen geprägt von der Verbindung von dezentralen Ein-/Ausgabe-Schnittstellen mit dem Zentralrechner bzw. von Computern untereinander. Dabei standen sich zwei Basistechnologien gegenüber: einerseits die Puls-Code-Modulation (PCM) – einer zuverlässigeren Modulationstechnik als die Amplitudenmodulation – und andererseits die Packet-Switching-Technology, die zwischen 1961 und 1967 entwickelt worden war [7]. Im Gegensatz zu klassischen Schaltsystemen, wie sie in der Telefonvermittlungstechnik üblich sind, belegen Packet-Switching-Systeme den Übertragungskanal nicht für die gesamte Dauer der Datenübertragung. Stattdessen werden die Nachrichten in standardisierte Datenpakete aufgeteilt, mit Adress- und Steuerdaten versehen und in freien Zeitabschnitten versendet. Ursprünglich wurde diese Technik für die Datenfernübertragung entwickelt, dann aber rasch in lokalen Netzwerken verwendet [8]. In den 1970er entstanden erste Computernetzwerke (Abbildung 2).

Auch im COMECON experimentierte man in den 1960er und 1970er Jahren mit Datenübertragungstechnik und Computernetzwerken, insbesondere in großen wissenschaftlichen Instituten, wie z. B. im Vereinigten Kernforschungszentrum in Dubna (UdSSR) oder im Institut für Hochenergiephysik in Moskau. Ähnlich wie im Westen wurden die lokalen Datennetze über das öffentliche Telefonnetz verbunden. Auch in anderen RGW-Staaten sind ähnliche Aktivitäten zu verzeichnen. So bot z. B. die Ungarische Post seit 1967 Datenfernübertragung als neue Serviceleistung an. Seit 1969 betrieb die Deutsche Post in der DDR ein Hochgeschwindigkeitsdatennetz für maximal 600 Nutzer. Das Zentralbüro für Statistik der DDR verwendete Datenfernübertragungseinrichtungen seit 1971.

Politischer Hintergrund für die Entwicklung von Datenübertragungstechnik waren die Liberalisierungstendenzen während der Tauwetter-Periode in der UdSSR, nachdem der damalige KPdSU-Parteichef Nikita S. Chruschtschow auf dem 20. Parteitag der KPdSU 1956 in einer „Geheimrede“ den Personenkult um Stalin und die damit verbundenen Verbrechen kritisiert hatte. Bald setzten sich aber konservative Kräfte um Leonid Breschnew durch, der im Oktober 1964 Erster Sekretär der KPdSU wurde.

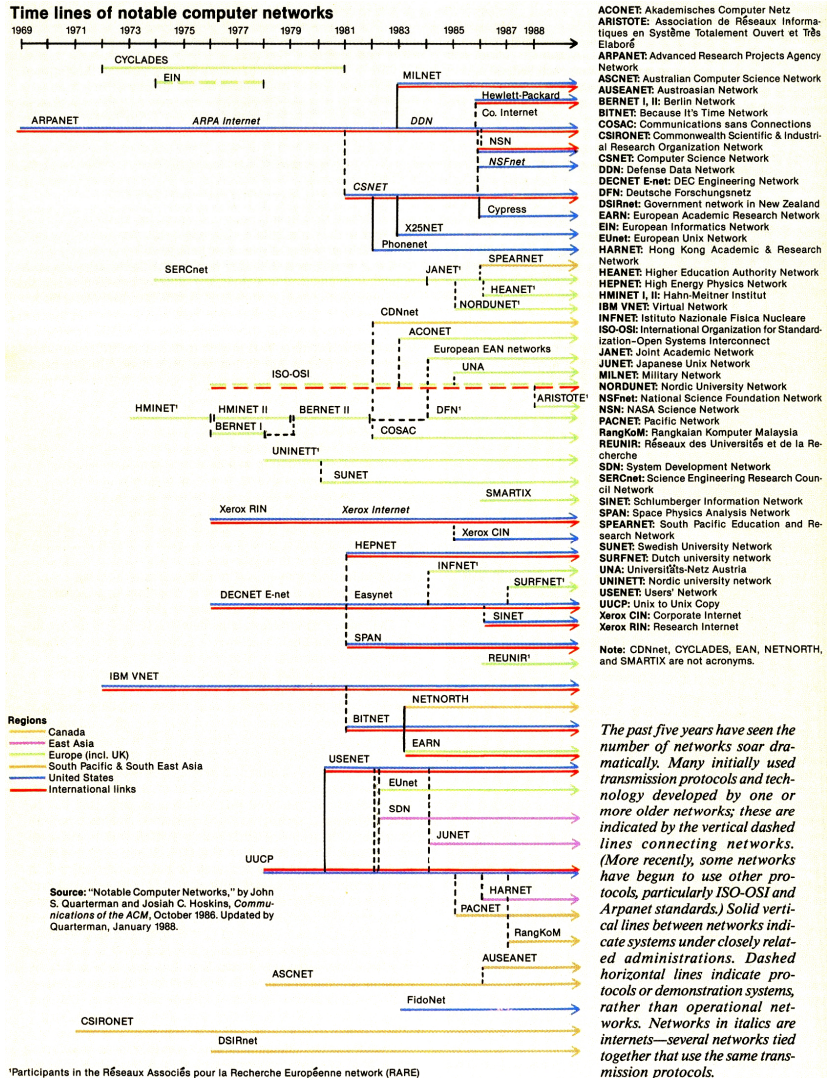


Abbildung 2: Computernetzwerke in den USA und Westeuropa [9]

Bereits 1962 hatte Viktor M. Gluškov, Direktor des Instituts für Kybernetik der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften, die Idee, ein Computernetzwerk für ein landesweites Leitungs- und Führungssystem in der Wirtschaft (OGAS) zu entwickeln [1]. Die politische Führung begrüßte nach einigem Zögern das neue Instrument, das ihr den totalen Zugriff auf alle Betriebe ge-

statten sollte, sah sie doch darin eine Möglichkeit, die Planwirtschaft zu verbessern, um im Systemwettstreit mit dem Westen bestehen zu können. Gluškov verwies zwar auf technische Probleme, wie die ungenügende Verfügbarkeit von Rechentechnik oder darauf, dass das sowjetische Telefonnetz langfristig nicht als digitales Übertragungsnetz dienen könne, nährte aber auch überzogene Wünsche nach einem vollautomatischen kontinuierlichen Planungs- und Leistungsprozess, der den Plan ständig an sich wandelnde wirtschaftliche Realitäten und politische Prioritäten anpassen würde. Er schätzte die Kosten während eines Realisierungszeitraums von 15 Jahren auf rund 20 Mrd. Rubel, dem aber ein Nutzen von etwa 100 Mrd. Rubel gegenüber stünde.

Das OGAS-System war als Schichtstruktur mit verschiedenen Ebenen konzipiert (Abbildung 3). Die Betriebe nutzen lokale Großrechenzentren (3). Die nächsthöhere Ebene bilden die Rechenzentren der einzelnen Sowjetrepubliken (2); an der Spitze stehen die Rechenzentren der zentralen Leitungsorgane (1). Alle Rechenzentren sollten vernetzt sein und Anfragen in Echtzeit beantworten.

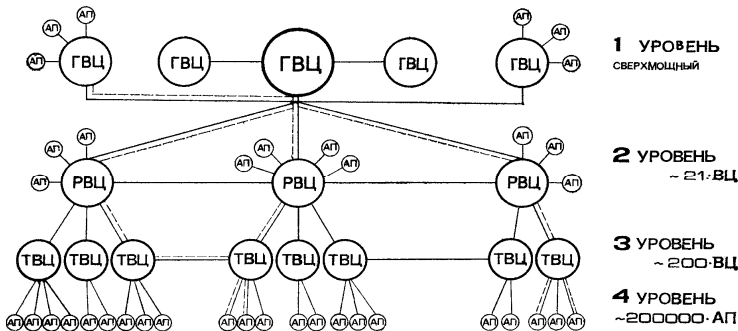


Abbildung 3: Struktur des gesamtstaatlichen Leitungs- und Planungssystem in der UdSSR [10, S. 42]

In den USA entwickelte J. C. R. Licklider, ein heute oft zitierter Visionär der modernen Informationsgesellschaft, vergleichbare Vorstellungen. Er prognostizierte, dass zwischen 1970 und 1975 „Thinking Center“ existieren würden, die miteinander über ein breitbandiges Netzwerk kommunizieren sollten [11]. Während es Licklider mehr um die Verarbeitung von Informationen im weitesten Sinne ging, stellte Gluškov die Daten aus der ökonomischen Sphäre ins Zentrum seiner Überlegungen. Realisiert wurden beide Ideen nicht.

Der Idee, das System der Zentralen Planwirtschaft durch den Einsatz von Computertechnik zu verbessern, standen viele Schwierigkeiten gegenüber. Da in den Jahren zuvor die Datenverarbeitungstechnik nicht im Fokus der Wirtschaftspolitik lag, mangelte es nun an Entwicklungs- und Produktionskapazitä-

ten. Deshalb beschloss 1969 der RGW mit dem Einheitlichen System Elektronischer Datenverarbeitung (ESER, russische Abkürzung Ryad) einen einheitlichen Standard. In einem ersten Schritt waren in der UdSSR, DDR, Ungarn, Polen, Rumänien, Bulgarien und der Tschechoslowakei 20.000 Wissenschaftler und 300.000 Beschäftigte in 70 Staatsbetrieben an diesem großen Projekt beteiligt. 1973 waren die ersten ESER-Anlagen verfügbar, für die es auch Datenübertragungskomponenten gab. Als Modell für dieses standardisierte Computersystem diente erst das System 360, später das System 370 von IBM [4, S. 174 ff.]. Die Entscheidung, das ESER-System als zum Teil verbesserte IBM 360-Klone auszuführen, führte zu einer engen Verknüpfung der RGW-Computertechnik mit der Technologieentwicklung. Es gelang den sozialistischen Ländern aber bis 1990 nicht, den technologischen Abstand zum Westen aufzuholen.

Informationen über die westliche Computertechnik konnten meist legal bezogen werden. So gab es stets Handelsbeziehungen zwischen den Staaten in Ost und West. Die sozialistischen Staaten kauften in den 1960er Jahren Computer im Westen. Weiterhin erwarben Firmen aus dem COMECON Lizenzen im Westen. So produzierte die ČSSR die Bull-Rechenanlage Gamma-GE 140/145 in Lizenz als Tesla 200. Auch Ungarn und Rumänien produzierten Rechentechnik nach französischen Lizenzen. Die Polnische Odra-1300-Serie verwendete Software von ICL. 1973 unterzeichneten die US-Firma CDC und die sowjetischen Regierung einen Vertrag über eine intensive Zusammenarbeit [12].

Um 1980 änderte sich die Situation radikal. Nach seiner Wahl zum US-Präsidenten verschärfte Ronald Reagan die Embargo-Bedingungen für den Osthandel. Anlass dafür war der Einmarsch von Truppen der Roten Armee in Afghanistan im Dezember 1979 sowie die drohende Intervention der Sowjetunion in Polen nach der Zuspitzung der dortigen politischen Lage. Die Reagan-Administration sah in der Beschränkung des Zugriffs auf Hochtechnologie ein entscheidendes strategisches Mittel, um den Osten in seiner technischen Entwicklung behindern zu können.

2.3 Dritte Phase von Ende der 1970er bis Ende der 1980er Jahre

Während der dritten Phase kamen im Westen lokale Computernetzwerke (LAN = Local Area Network) auf den Markt. In dieser Zeit entstanden verschiedene Netzwerkarchitekturen. Außerdem kam es zu einer zunehmenden Differenzierung zwischen militärischen Paketvermittlungssystemen und zivilen Standardsystemen sowie den zivilen CCITT Normen und den OSI-Standards (OSI – Open System Interconnection). Das CCITT war bis zur Organisationsreform 1993 eines der technischen Komitees der ITU (International Telecommunication Union). Bis heute erarbeitet dieses Komitee, nun als ITU-T,

technische Normen, Standards und Empfehlungen für alle Gebiete der Telekommunikation.

Ende der 1980er Jahre begann eine neue Phase, in der zunehmend verschiedene Netzwerke gekoppelt und höhere Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht wurden. In dieser Zeit avancierte das Modem zum Standard-Peripheriegerät von Personalcomputern. Da aber 1989 der Kalte Krieg endete, soll dieser Zeitraum hier nicht weiter betrachtet werden.

Tabelle 1: Ausgewählte Computernetzwerke im COMECON

1974	network of the Hungarian Academy of Science
1977	network of the Central Research Institute for Physics, Budapest
1977	network of the Polish Scientific Centers
1977	public net in Czechoslovakia
1978	terminal network of the Research Institute for Applied Computer Science, Budapest (SzÁMKI); research for Videoton network
1981	DELTA (Academy of Science of GDR)
1982	IHDnet (University for Applied Sciences Dresden, GDR)
begin '80s	LANCELOT (Humboldt University Berlin)
begin '80s	SEKOP (Keldysh Institute of Applied Mathematics, USSR Academy of Science)
begin '80s	LOTUNET (University of Technology Dresden, GDR)
mid '80s	LOCHNESS (Local Highspeed Network System of the Central Research Institute for Physics, Budapest)
mid '80s	EXLOC (Videoton, Budapest)
1986	ROLANET (Robotron, Nachrichtenelektronik Leipzig, GDR)

Vergleichbar mit dem Westen wurden auch im COMECON in dieser Zeit Computernetze und Datenfernübertragungstechnik entwickelt, getestet und schließlich genutzt. Vorreiter waren dabei im zivilen Bereich die Großforschungseinrichtungen. Einerseits entstanden bei den Experimenten große Datenmengen, die es zu übertragen, zu speichern und auszuwerten galt. Andererseits gab es hier – u. a. im Rahmen internationaler Kooperationen – durchaus die Möglichkeit, auf westliche Technologien zurückgreifen zu können. So wurden im Labor für Neutronenphysik des Vereinigten Kernforschungszentrums in Dubna etwa zwanzig Computer der PDP-11-Familie für die Steuerung von Messungen sowie die Datenerfassung verwendet. 1982 wurde ein Datentransfersystem mit seriellen Standard-Schnittstellen für diese Zwecke imple-

mentiert [13]. Ähnlich wie im Westen – CERN spielte bekanntlich eine wichtige Rolle in der Entwicklung des Internets – trieben die großen Datenmengen aus den physikalischen Experimenten die Entwicklung der Übertragungstechnik voran.

Aber auch allgemein war klar geworden, dass die Vernetzung von Computern eine Zukunftstechnologie war. 1981 nahm die ungarische Post ein öffentliches Hochgeschwindigkeitsnetz in Betrieb. DDR-Informatiker arbeiteten intensiv am Computer-Netzwerk DELTA. Das DELTA-Konzept wurde als Modell für den Aufbau eines nationalen Computernetzwerks zwischen Bildungs- und Forschungseinrichtungen in der DDR entwickelt. 1982 gelang eine experimentelle Datenübertragung zwischen Berlin und Prag, bei der es z. B. möglich war, E-Mails zu senden und zu empfangen [14]. Tabelle 1 zeigt eine Auswahl von Computernetzen im COMECON.

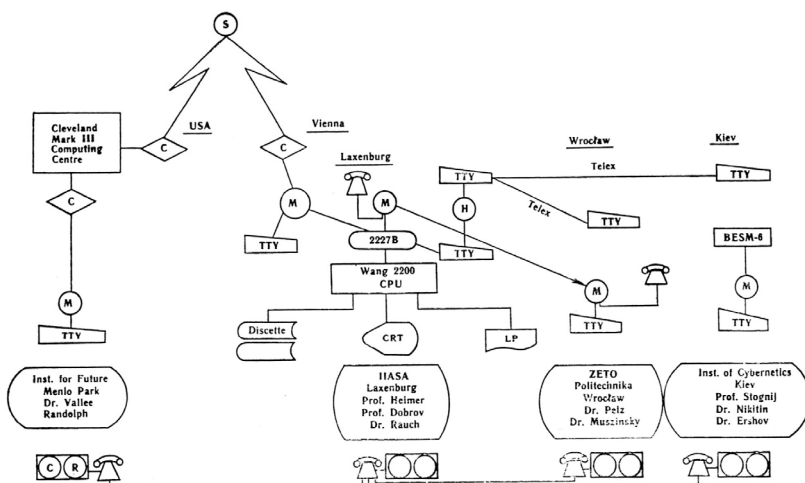


Abbildung 4: Experimentelle Transatlantik-Datenfernübertragung im Juli 1977 [15]

Wie erwähnt, verschärfte sich der Kalte Krieg nach 1980. Dennoch brachen die wissenschaftlichen Kontakte niemals ab. Auf internationalen Konferenzen hatten Informatiker aus dem COMECON z. B. die Möglichkeit, westliche Kollegen zu treffen und gemeinsame Themen zu diskutieren. So fand seit 1977 alle vier Jahre ein internationaler Kongress über Computernetzwerke in Budapest statt. Generell kann man sagen, dass die UdSSR und die anderen COMECON-Länder aktive Mitglieder in internationalen Organisationen waren, wie z. B. der IFAC (International Federation of Automatic Control) oder der IFIP (International Federation for Information Processing).

Ein wenig bekanntes Kooperationsprojekt zwischen Ost und West sei hier noch erwähnt (Abbildung 4). Im Juli 1977 organisierte das International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), das in Laxenburg in der Nähe von Wien seinen Sitz hat, eine dreiwöchige experimentelle Verbindung zwischen Wissenschaftlern aus vier Ländern: Österreich, Polen, UdSSR und USA [1], [15]. Interessant ist dabei vor allem die Motivation für das Projekt: Eine Gruppe unter der Leitung des am IIASA tätigen sowjetischen Wissenschaftlers Gennadij Dobrov betrachtete Wissenschaft als eine kumulative Teamaktivität. Computer-Netzwerke sollten dazu beitragen, die wissenschaftliche Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Ländern zu unterstützen, unabhängig von finanziellen und administrativen Problemen bei der Reise und Arbeit im Ausland.

3 Zusammenfassung

Die Computertechnik wurde im Kalten Krieg als strategisch wichtige Technologie angesehen. Dennoch kann man zeigen, dass die Informatiker in den führenden sozialistischen Staaten durchaus über die Aktivitäten ihrer Kollegen im Westen informiert waren und umgekehrt – sei es durch westliche Fachliteratur, durch den Besuch gemeinsamer internationaler Konferenzen oder auch durch die Mitarbeit von Spezialisten in verschiedenen internationalen Organisationen. Auch die Wirtschaftsbeziehungen brachen nie ab. Im Ergebnis wurde im COMECON vergleichbare Hard- und Software in der Computertechnik eingesetzt wie im Westen. Das führte u. a. dazu, dass das Ende des Kalten Krieges für viele osteuropäische Informatiker zweifellos ein großer persönlicher Einschnitt war, dies aber nicht die völlige Entwertung ihres Wissens bedeutete, da sie die westliche Technologie kannten, nicht zuletzt weil sie viele Jahre mit Klon-Technik gearbeitet hatten.

Deutlich wird auch, dass die Utopie eines weltweiten Computernetzwerkes kein Wunschtraum verschrobener Technikenthusiasten war. Auf beiden Seiten des Eisernen Vorhangs stand das Wissensmanagement im Mittelpunkt. Die militärisch relevanten Großforschungseinrichtungen im Bereich der Teilchenphysik und der Weltraumforschung wirkten als Vorreiter bei der Entwicklung schneller lokaler Datennetze. Im überregionalen Bereich drängten die Einrichtungen der meteorologischen Dienste und der Erdbebenvorhersage, der internationale Luftverkehr und die Nachrichtenagenturen auf die Ausbildung von Computernetzwerken. Während im Westen der Versuch im Vordergrund stand, allgemein den *information overload* zu meistern, stand im RGW der Wunsch im Mittelpunkt, das System der zentralen Planung und Wirtschaftsleitung effizienter zu gestalten, um so im Systemwettstreit bestehen zu können.

4 Literatur

- [1] DITTMANN, F. (2009): Technik versus Konflikt. Wie Datennetze den Eisernen Vorhang durchdrangen. *Osteuropa* 45 (10), S. 101-119.
- [2] REDMOND, K. C. & SMITH, TH. M. (2000): From Whirlwind to MITRE. The R&D Story of the SAGE Air Defense Computer. *Cambridge/Mass.: MIT Press*.
- [3] BURTSEV, V. S. (2001): Distributed Systems: The Origins of Computer Networks in the USSR. In: *Trogemann, G.; Nitussov, A. & Ernst, W. (Hrsg.), Computing in Russia, Braunschweig: Vieweg, S. 215-220*.
- [4] NAUMANN, F. (2001): Vom Abakus zum Internet. *Darmstadt: Primus*.
- [5] CROWE, G. D. & GOODMAN, S. (1994): S. A. Lebedev and the Birth of Soviet Computing. *IEEE Annals of the History of Computing* 45 (1), S. 4-24.
- [6] GUROW, W. S.; JEMELJANOW, G. A.; JETRUCHIN, N. N. & BASILEWITSCH, J. W. (1969): Grundlagen der Datenübertragung. *Leipzig: Geest & Portig*.
- [7] DAVIES, D. W. (1986): A personal View of the origins of packet switching. In: *Csaba, L. (Hrsg.), Proceedings of the IFIP TC 6 working Conference COMNET '85, Amsterdam: North Holland, S. 1-13*.
- [8] HELLIGE, H. D. (1994): From SAGE via ARPANET to ETHERNET. *History and Technology* 11, S. 49-75.
- [9] BELL, C. G. (1988): The Gordon Bell calls for a U.S. research network. *IEEE Spectrum* Feb. 1988, S. 54-57.
- [10] ŽIMERIN, D. G. (1975): Obščegosudarstvennaja avtomatizirovannaja sistema upravlenija (OGAS). *Moskva*.
- [11] TAYLOR, R. W. (Hrsg.) (1990): In memoriam: J. C. R. Licklider: 1915-1990. *Palo Alto/Ca.: Digital Equipment Corporation*.
- [12] BERENYI, I. (1970): Computer in Eastern Europe. *Scientific American* 223 (4), S. 102-108.
- [13] GIESE, P. E.; GIESE, P. H. & ALFIMENKOV, A. V. (1985): A LAN Concept for a Physical Laboratory. In: *Csaba, L. (Hrsg.), Proceedings of the IFIP TC 6 working Conference COMNET '85, Amsterdam: North Holland, S. 379-382*.
- [14] Heft *Rechentechnik / Datenverarbeitung* 20, 1983, Heft 6..
- [15] DOBROV, G. M.; RANDOLPH, R. H. & RAUCH, W. D. (1978): Information Networks for International Team Research. *International Forum on Information and Documentation* 3 (3), S. 3-13.